

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C03B 37/03

C03C 25/00



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 99807749.6

[45] 授权公告日 2005 年 8 月 31 日

[11] 授权公告号 CN 1216819C

[22] 申请日 1999.6.22 [21] 申请号 99807749.6

[30] 优先权

[32] 1998.6.24 [33] EP [31] 98202098.4

[86] 国际申请 PCT/EP1999/004292 1999.6.22

[87] 国际公布 WO1999/067180 英 1999.12.29

[85] 进入国家阶段日期 2000.12.22

[71] 专利权人 皮雷利·卡维系统有限公司

地址 意大利米兰

[72] 发明人 加科摩·斯特范诺·洛巴

罗伯托·帕塔

审查员 张 亮

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

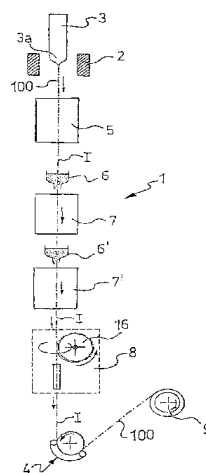
代理人 马 浩

权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 3 页

[54] 发明名称 从预制件制造光纤用的方法和装置

[57] 摘要

用于制造具有低偏振模色散的光纤(100)的方法,包括以下步骤:a)加热所述预制件(3)的至少一个端部(3a);b)从所述加热端部(3a)的一个自由端沿光纤拉制轴(I-I)拉制光纤(100);c)用适当的涂覆材料涂覆所述光纤(100);d)给所述涂覆的光纤(100)施加一个绕所述光纤拉制轴(I-I)的扭矩;e)将所述涂覆的光纤(100)缠绕到收集卷筒(9)上。根据本发明,步骤d)是通过支撑在所述收集卷筒(9)上游并绕光纤拉制轴(I-I)转动的滑轮(16)实现,所述光纤(100)按照至少约360°的角度缠绕在所述滑轮(16)上。这种方法也有利于允许相对现有技术值得注意地增加单位时间内光纤(100)的产量。还公开了一种实现该方法的装置和给光纤施加一扭矩的包括滑轮的装置。



ISSN 1008-4274

1.一种由预制件(3)制造光纤的方法,包括以下步骤:

a) 加热所述预制件(3)的至少一个端部(3a);

b) 从所述加热的端部(3a)的自由端沿光纤拉制轴(I-I)拉制光纤(100);

c) 用适当的涂覆材料涂覆所述光纤(100);

d) 给所述涂覆的光纤(100)施加一绕所述光纤拉制轴(I-I)的扭矩;

e) 将所述的涂覆光纤(100)缠绕到收集卷筒(9)上;

其特征在于步骤d)是通过支撑在所述收集卷筒(9)上游并绕所述光纤拉制轴(I-I)转动的滑轮(16)进行的,所述光纤(100)按照至少约360°的角度缠绕在所述滑轮(16)上。

2.根据权利要求1的方法,其特征在于所述滑轮(16)绕所述光纤拉制轴(I-I)以恒定的转速转动。

3.根据权利要求1的方法,其特征在于所述滑轮(16)绕所述光纤拉制轴(I-I)以变化的转速转动。

4.根据权利要求3的方法,其特征在于所述滑轮(16)绕所述光纤拉制轴(I-I)交替地沿顺时针和反时针方向转动。

5.一种从预制件(3)制造光纤的方法,包括以下步骤:

a) 加热所述预制件(3)的至少一个端部(3a);

b) 从所述加热的端部(3a)的自由端沿光纤拉制轴(I-I)拉制光纤(100);

c) 用适当的涂覆材料涂覆所述光纤(100);

d) 通过将所述涂覆的光纤(100)以基本上不存在滑动的方式缠绕在适于给光纤(100)施加一所需要扭绞的扭绞装置(8)的滑轮(16)上,对所述涂覆的光纤(100)绕所述光纤拉制轴(I-I)施加一扭矩。

6.根据权利要求1-5任何一个的方法,其特征在于从预制件(3)

以一个大于 15m/s 的拉制速度拉制所述光纤 (100)。

7.一种用于给以预定的速度从预制件 (3) 的加热端 (3a) 拉制的光纤 (100) 施加一绕其拉制轴 (I-I) 的扭矩的装置 (8), 其特征在于它包括一可通过相应的驱动机构 (12) 绕所述拉制轴 (I-I) 转动的滑轮 (16), 且所述滑轮 (16) 适于沿基本上等于至少 360° 的缠绕角度安置所述光纤 (100)。

8.根据权利要求 7 的装置 (8), 还包括使所述滑轮交替地以顺时针和反时针方向绕光纤拉制轴 (I-I) 转动的装置 (17)。

9.根据权利要求 7 的装置 (8), 其特征在于所述驱动机构 (12) 包括一马达-驱动的叉形支撑件 (15), 其具有同光纤的拉制轴 (I-I) 重合的转动轴且在其上所述滑轮 (16) 支点在偏心的位置上, 按这种方式以便基本上相切于所述的轴 (I-I)。

10.根据权利要求 7 的装置 (8), 其特征在于所述滑轮 (16) 具有用来接收所述光纤 (100) 的基本上是 V 型的槽 (26)。

11.根据权利要求 10 的装置 (8), 其特征在于所述槽 (26) 包括同滑轮 (16) 的对称平面 (π) 一起形成的角度 (φ) 在 65° 和 75° 之间范围内的相对侧壁 (28a, 28b)。

12.根据权利要求 10 的装置 (8), 其特征在于所述槽 (26) 包括相对侧壁 (28a, 28b), 该侧壁具有同滑轮 (16) 的对称平面 (π) 一起形成的角度 (φ_1) 在 65° 和 75° 之间范围内的第一辐射状的外部分 (29a, 29b) 和同滑轮 (16) 的对称平面 (π) 一起形成的角度 (φ_2) 在 25° 和 35° 之间范围内的第二辐射状的内部分 (30a, 30b)。

13.根据权利要求 12 的装置 (8), 其特征在于所述侧壁 (28a, 28b) 的第一和第二部分 (29a、29b、30a、30b) 由曲率半径在 0 和 2mm 之间范围内的中间部分 (31a、31b) 相应地连接。

14.根据权利要求 10 的装置 (8), 其特征在于所述槽 (26) 包括基本上平的底面 (27)。

15.根据权利要求 7 的装置 (8), 其特征在于所述滑轮 (16) 由适当的材料制成, 该材料具有确保在将所述光纤 (100) 缠绕到

所述滑轮（16）上时同所述光纤（100）基本上不出现滑动的摩擦系数。

16.根据权利要求 15 的装置（8），其特征在于所述摩擦系数大于 0.4。

17.一种用来从预制件（3）制造光纤（100）的装置（1），包括：

- 用来加热所述预制件（3）的至少一个端部（3a）的装置（2）；
- 用来从所述已加热端部（3a）的自由端沿光纤拉制轴（I-I）拉制光纤（100）的装置（4）；
- 所述光纤（100）的至少一个涂覆台（5、6）；
- 用来收集所述涂覆的光纤（100）的卷筒（9），

其特征在于它包括位于所述至少一个涂覆台（5、6）的下游和所述卷筒（9）上游的根据权利要求 7 至 16 中任何一个的光纤（100）的扭绞装置（8）。

从预制件制造光纤用的方法和装置

发明领域

按照本发明的第一方面，本发明涉及一种从预制件制造光纤的方法，其包括以下步骤：

- a) 加热所述预制件的至少一个端部；
- b) 从所述加热端部的一个自由端沿光纤拉制轴拉制光纤；
- c) 用适当的涂覆材料涂覆所述光纤；
- d) 对所述涂覆的光纤施加一绕所述光纤拉制轴的扭矩；
- e) 将所述涂覆的光纤缠绕到收集卷筒上。

特别是，本发明涉及一种用于制造通讯领域中所使用的具有低的 PMD 的光纤的方法。

本发明还涉及一种用于绕其拉制轴施加扭矩的装置，及一种用于执行上述方法的装置。

现有技术

众所周知，在使用光纤的信号传输系统中，在这些系统中所有的长距离操作上，有了极小化任何类型的信号衰减或色散的需要，这是为了保证高的传输和接收标准。特别是，对极小化被称为 PMD（偏振模色散）的特定的色散现象的需要，该色散现象意味着对信号传输带的宽度上的限制和对上述信号经其传输的光纤的特性的恶化。

众所周知，在光纤中信号的主要传播模式可以被看作是垂直平面上的两个线性偏振波的合成。理论上，在完全对称的圆截面光纤中（例如：在单模光纤中），两个分量的传播常数是相同的，且因此模式传播是不变的并根据沿光纤本身的圆柱对称、随两个分量以相同的速度传输。但是，与此相反，光纤保持在实际结构中并通过改变上述的圆柱对称具有几何不规则性，产生了光纤本身的不对称

压力状态和其光性质的各向异性；因此，两种模式分量与具有不同的折射率的区域相一致并随不同的传播速度传输，从而产生了 PMD 现象。

在这一方面的一个非常重要的参数是所说的相干长度或光纤拍长，即，基模的两个分量所需要的光纤必须的长度彼此变得一致。

并不是通过光纤内部固有的结构和/或几何缺陷，例如，存在不完全的圆盘心，PMD 现象也可以源自由外部压力引起的、如在卷筒缠绕或绕线步骤中的操作产生这些引起的、不对称压力状态。

实验上表明可以通过在拉制过程中对后者施加适当的外部压力来减小光纤的 PMD，特别是通过对这一光纤施加一扭矩。

为此，制造具有低的 PMD 的光纤的各种装置和方法过去已被提出过，最早的一种是基于转动预制件的技术（一种由于明显的技术困难和不可以得到高的转动速度的原因而很快被废弃的技术），最近的一种是基于在拉制过程中对光纤施加绕其轴的扭矩的技术（光纤旋压/扭绞）。

因此，例如：美国专利 4,504,000（Thomson-CSF）公开了一种制造具有高圆形双折射的手征性（chiralic）结构的光纤的制造方法，其特征在于具有三个滑轮的设备给由预制件的加热部分所制造的光纤施加绕其轴的扭矩。该施加的扭矩通过适当的涂覆膜随后“冻结”在光纤结构中，在玻璃或玻璃陶瓷中，在专用的涂覆台内施加给光纤本身。

与以上公开的方法相关的缺陷是关于因在由适当的涂覆膜适当保护以前后者与上述的滑轮接触而产生的损坏光纤表面高的危险。

为了克服上述缺陷，如在美国专利 5,298,047 和 5,418,881（AT&T）中公开的，已提出了将用于施加扭矩的装置设置在涂覆台的下游。特别是，在上述专利中，扭矩是由具有转动轴的光纤导向辊施加的，该转动轴垂直延伸到光纤的拉制轴且交替地向顺时针方向和反时针方向倾斜。

尽管基本上达到了减小光纤的 PMD 的目的，但是申请人已经注

意到以上公开的方法有一系列的缺陷，对于这些缺陷直到现在为止没有给出相应的解决方法。

申请人观察到的第一个缺陷是有关需要限制导向辊的倾斜频率（the canting frequency），以便避免在拉制过程中光纤和辊之间可能发生的相对滑动，实际上，有两种原因对这一滑动特别的不利：首先，因为可以因此引起光纤表面的机械擦伤，和机械阻力性质与光纤本身性能的恶化；第二，由于不允许根据要求的变化规律给光纤施加扭矩，因此限制了通过施加扭绞而减小 PMD 现象的有利作用。

此外，导向辊的倾斜频率的限制，意味着对光纤拉制速度相应的限制（为了给光纤施加理想的扭矩，两个速度不可避免地彼此相关），且因此限制了单位时间内光纤的产量。

与以上公开的方法相关的另一个缺陷是关于在拉制过程中光纤的摆动可以导致光纤轴的位移，这种位移引起制造的光纤直径的不希望的波动或不均匀，和/或在光纤和施加到其上的涂覆层间的不良的共轴性。

此外，这一方法不允许给光纤施加一个连续的单向转动，因为所必需使用的装置给光纤施加了一个交变扭绞。

已知的制造光纤的其它的方法包括给光纤施加一个绕其拉制轴的扭矩和在光纤到达扭绞装置之前通过适当的涂覆膜“冻结”所施加的扭矩的步骤也在日本专利申请 JP58-020746 和德国专利 DE3010005 中公开。

日本专利申请 JP58-020746 公开了一种制造适用于保持光纤的单模圆偏振的光纤的方法，即偏振面在光纤自身的长度范围均匀地转动。为了产生圆偏振模式所需要的双折射，光纤通过位于涂覆台上游的拉制装置从预制件的自由端进行拉制，且通过位于涂覆台下游的收集卷筒给光纤施加扭绞。

同样，德国专利 DE3010005 公开了一种制造扭绞光纤的方法，其中光纤通过位于多个涂覆台下游的收集卷筒被拉制和扭绞。

但是，根据上述公开的方法，在所述拉制装置和所述收集卷筒之间的区域内给固化的光纤施加扭绞，从而防止到达预制件的软化底端。

与上述公开的方法相关的再一个缺陷是有关用于给光纤施加扭矩的收集卷筒高的质量和惯量，不允许增加卷筒的转动速度（并由此的光纤的拉制速度），及对光纤可靠地施加一个扭矩变化规律。除此之外，需要转换卷筒（或提供适当的装置）以允许在其上收集光纤。

最后，日本专利申请 JP06-239642 公开了一种用于制造光纤束的方法，其中将扭绞施加给数根光纤以便得到成螺旋形的扭绞光纤，一旦将该扭绞光纤收集到一起形成一束，则具有随意地位于束的入射和出射侧的末端。扭绞是通过例如位于收集卷筒上游的履带施加的；该履带也可以用来从预制件拉制光纤。

以上公开的方法的目的与本发明的一个目的很不一样。事实上，为了达到上述方法的目的，制造了具有沿轴向方向的螺旋延伸的光纤。

但是，同样在这种情况下且由于用于给光纤施加扭矩的履带具有高的质量和惯量，不可能增加履带的转动速度（和由此的光纤的拉制速度）也不可能可靠地给光纤施加理想的扭矩变化规律。

发明概述

本申请人现在已公开了一种允许制造具有低的 PMD 的光纤的方法和装置，同时克服了所引用的现有技术的上述缺陷。

根据其第一方面，本发明涉及一种上述的类型的方法，其特征在于施加给上述涂覆光纤的绕光纤拉制轴的扭矩是由一滑轮执行的，该滑轮支撑在收集卷筒上游且绕该光纤拉制轴转动并使所述光纤以基本上等于至少 360° 的角度缠绕在其上。

本发明的方法有利于允许得到理想的光纤扭绞而不会影响它的机械阻力特性，且同时允许得到高的拉制速度，从而提高单位时间内光纤的产量。事实上，与已知方法的区别在于，在根据本发明的

方法中光纤按照至少约 360° 和基本上没有滑动的方式被缠绕在适于给光纤本身施加理想扭绞的元件（滑轮）上；允许提高滑轮自身的转动速度（和由此的光纤的拉制速度）而不会产生滑轮和光纤之间的相对滑动的危险。稍后，没有这一滑动将允许给光纤施加理想的扭矩变化规律。

没有任何形式的摆动也有利于允许避免任何对施加涂覆层给光纤步骤的妨碍，由此使得涂覆层均质地分布在光纤的整个表面上。

上述的滑轮可以根据单向的移动绕光纤的拉制轴以一恒定的或者变化的转动速度转动，例如，作为示例，使速度根据正弦图形从最大值降到最小值来变化，其最终可等于零。

而且，上述滑轮可以根据交变运动绕光纤的拉制轴分别以顺时针和反时针方向转动。在这一例中，也可以预知一个恒定的转动速度，首先根据螺旋方向通过使用这一速度，然后反螺旋方向并在该反方向使用同一速度值。变化速度图形将代替组成的速度变化，例如根据正弦图形，从一个方向的最大值到相反方向的最大值，途经发生转动转换点处的零速度值。

有利地是将交变的转动速度施加在滑轮上。这就允许阻止在缠绕到收集卷筒的光纤上残存有扭矩（即：收集的光纤基本上没有扭矩），从而易于进行其盘料开卷和布线操作。

在以下的描述和所附的权利要求中，术语“扭绞节距”是用来指明在其中施加的同一转动图形的两部分间沿光纤的外表面测得的线性距离。

光纤最好是按照已知的方式从预制件中拉制，尽管在这种情况下可能施加一个比由现有技术的装置可得到的高得多的光纤拉制速度。这样允许得到单位时间内光纤产量的相当大的增量。同拉制系统中的其它零件兼容，实际上，由本发明的方法可以使用例如 15m/s、20m/s、25m/s 或者甚至 30m/s 的拉制速度，而对光纤的扭绞没有任何不需要的影响。

在任何情况下，必须注意上述的光纤的拉制速度的极限值与实

际上使用的拉制技术有关,且并不由滑轮安装在其上的扭绞装置的结构特征决定。

按照其第二方面,本发明涉及一种用于给以预定的速度从预制件的被加热端拉制的光纤施加一绕其光纤拉制轴的扭矩的装置。该装置包括一可通过相应的驱动机构绕拉制轴转动的滑轮,且该滑轮适于沿基本上等于至少 360° 的缠绕角度安置所述光纤。

本发明的装置从结构的角度有益地进行了特别的简化且具有低的成本。

最好是,本发明装置的驱动机构适于绕光纤拉制轴沿单一的方向,和交替地沿顺时针和反时针方向转动滑轮。

最好是,滑轮的上述驱动机构包括一马达-驱动的叉形支撑件,其具有同光纤拉制轴重合的转动轴且在其上滑轮支点在偏心位置上,以基本上相切于所述轴的这种方式。因此紧接着滑轮上游的和下游的光纤的拉制方向是相同的,这样确保不存在不对准情况,该不对准情况引起所制造的光纤直径上的不需要波动和施加涂覆层的不均匀。

有利地是,滑轮的驱动机构包括一运动地连接到滑轮上的电马达,即通过一皮带传输系统。

滑轮重量的减小和尺寸的缩小有利于限制扭绞过程中作用在装置上的惯性力的幅值;以这种方式,尽管使用的马达具有小的功率和低成本,也可以得到比现有技术的装置高得多的转动速度。

如果滑轮具有合适的轮廓,则易于进行其间基本上没有滑动的光纤缠绕到滑轮上的过程。在第一实施例中,滑轮具有基本上是 V 型的槽,用于安放光纤,其包含绕滑轮的对称面 π 形成的 65° 和 75° 之间的范围内的角度 φ 的相对侧壁。

在一特别有利的实施例中,该槽包括具有绕滑轮的对称面 π 形成的 65° 和 75° 之间的范围内的角度 φ_1 的第一辐射状外部分和绕滑轮的

对称面 π 形成的 25° 和 35° 之间的范围内的角度 ϕ_2 的第二辐射状内部分的相对侧壁。尽可能地，所述壁的第一和第二部分是通过具有 0 和 2mm 之间的范围内的曲率半径的中间部分相互连接的。这一轮廓有益地允许相应地简化光纤缠绕到滑轮上和从滑轮上开卷的步骤。

槽最好包括一个基本上平的底面，或不论如何具有比光纤半径大得多的曲率半径，用这样一种方法光纤与底面和一个侧壁分别接触基本上减少成在横截面上的一个点。如果光纤按照基本上等于 360° 的角度缠绕到滑轮上，则槽的底面也将有一个用于能同时安放两个并列设置的光纤部分的宽度（分别关系到进入滑轮的光纤的新的部分和离开滑轮的光纤的部分）。

滑轮最好是由适于在光纤缠绕到滑轮的过程中产生能确保基本上没有滑动的摩擦系数的适当的材料制成。尤其是，这一摩擦系数大于约 0.4。由此可见，即使拉制力的值小于应用于现有技术装置的拉制力，也能够进行光纤的扭绞而不影响机械阻力特性。

按照其第三方面，本发明涉及用来从预制件制造光纤的装置，其包括：

- 用来加热所述预制件的至少一个端部的装置；
- 用来从所述已加热端部的自由端沿光纤拉制轴拉制光纤的装置；
- 所述光纤的至少一个涂覆台；

其特征在于它包括位于所述至少一个涂覆台下游的以上描述的类型装置。

附图说明

本发明的其它特征和优点将从下述优选实施例的详细描述中变得更加清楚，在下文中参见附图给出了说明的和无限制的例子。

在这些图中：

图 1 是根据本发明制造光纤的装置的示意图；

图 2 是根据本发明对光纤施加扭矩的装置的局部剖视的透视图；

图 3 是安装在图 2 装置上的滑轮的放大和局部剖视的透视图，并图示了其操作条件；以及

图 4 是图 3 的滑轮的部分的放大的透视图，以局部剖的方式示出。

优选实施例的详细描述

在图 1 中，标记 1 表示根据本发明的制造光纤的装置。

装置 1 包括一公知的加热炉 2，也用来加热按传统型式直径在大约 2 和大约 12cm 之间范围内的硅基预制件 3 的末端 3a。拉制装置（也是已知型式的）安装在加热炉 2 下游用来以预定的速度从预制件 3 的末端 3a 沿拉制轴 I-I 拉制光纤 100。

装置 1 在加热炉 2 和拉制装置 4 之间安装有用来冷却光纤 100 的装置 5，众所周知是用来调整在第一涂覆台 6 入口处的光纤 100 的温度，其中采用了一般由丙烯酸树脂构成的保护膜的第一层（冷却装置 5 的存在是主要在非常高速拉制过程中特别有利）。紫外线加热炉 7 用来交联所加的树脂且另一对涂覆台 6' 和紫外线加热炉 7' 分别用来施加和继续交联保护膜的第二涂覆，这后者一般也是由丙烯酸树脂构成，它安装在第一涂覆台 6 的下游。由两个涂覆台 6 和 6' 涂到光纤 100 上的总的厚度一般等于大约 62.5 μ m。

用来给涂覆光纤 100 施加一绕拉制轴 I-I 的扭矩的扭绞装置 8 安装在炉 7' 的下游。

装置 1 还包括用来收集所生产的光纤 100 的卷筒 9，位于拉制装置 4 的下游。卷筒 9 相对光纤 100 的拉制轴 I-I 是固定的且由合适的马达装置绕其轴转动地驱动以允许光纤 100 缠绕在其上。

如图 2 所示，扭绞装置 8 包括由驱动组 12 绕光纤 100 的拉制轴 I-I 转动驱动的滑轮 16，该驱动组 12 由机架 10 的支撑板 11 通过一放置在其中的中间板 13 支撑。

有利地是，该中间板 13 滑动地安装在一对固定在支撑板 11 上的滑轨 14 上，所以滑轮 16 及其驱动组 12 可以向或离开光纤 100 的拉制轴 I-I 可调整地定位。

滑轮 16 可转动地安装在驱动组 12 上的叉形件 15 的偏心位置

上,以便基本上与光纤 100 的拉制轴 I-I 相切。

为了转动地驱动滑轮 16,驱动组 12 还包括马达装置 17,被运动地连接到叉形件 15 上,这样以便传递给后者一个绕与光纤拉制轴 I-I 重合的转动轴的转动运动。

尤其是,叉形件 15 固定在销 18 上,在销 18 上固定住从动轮 19,它通过皮带 20 运动地连接到键在马达装置 17 的轴 32 上的驱动轮 21 上。

销 18 和从动轮 19 以一已知的方式安装在连接到板 13 的基本上为圆筒箱形保护体 22 内。销 18 绕转动轴 I-I 的转动由一对分别与箱形体 22 和板 13 上相关的滚动轴承 23、24 进行导向。

销 18 靠直通孔 25 轴向地安装,用来允许光纤 100 的通路离开滑轮 16。

图 3 和图 4 更加详细地示出了滑轮 16 的结构特征。这一滑轮具有基本上是 V 型的槽 26 用来在其操作期间安放要扭绞的光纤 100。

槽 26 包括一基本上平的底面 27 (或者任何具有比光纤 100 的半径大得多的曲率半径的面,其一般等于大约 $125\mu\text{m}$)、它连接相对侧壁 28a 和 28b。底面 27 有一宽度用来接收光纤 100 的一个和同时并列设置的两个部分(分别与进入滑轮 16 和离开滑轮 16 的光纤 100 的部分相关)。

根据优选实施例和为了有利于将光纤 100 引入到槽 26 中,每一侧壁 28a 和 28b 具有第一辐射状外部分 29a 和 29b,与滑轮 16 的对称平面 π 一起形成 65° 和 75° 之间的范围内的角度 φ_1 ,和一第二辐射状内部分 30a 和 30b,它由上述的对称平面 π 一起形成 25° 和 35° 之间的范围内的角度 φ_2 。角度 φ_1 最好为约 70° 而角度 φ_2 最好为约 30° 。

部分 29a 和 29b 通过具有曲率半径在 0 到 2mm 之间的范围内的中间部分 31a 和 31b 连接到部分 30a 和 30b。

滑轮 16 有利于由合适的材料制成以使其与光纤 100 产生的摩

摩擦系数大于约 0.4, 以便确保在将光纤 100 缠绕到滑轮 16 上时基本上没有滑动。最好是, 这一材料是金属材料, 例如: 钢或铝, 具有摩擦系数大约为 0.6。

为了减小滑轮在绕光纤轴转动时的转动惯量和平衡损失, 特别有利于利用足够轻的材料来构成这种滑轮, 例如铝。另一方面, 如果特别地要求利用较重的材料例如钢, 则可能对承受滑轮的结构有利于使用合适的配重, 以达到在其转动过程中减少滑轮的平衡损失的目的。通常地, 该配重绕滑轮参考光纤拉制轴对称排列, 以便平衡转动滑轮的质量。有利地是, 这一配重可以同在其上滑轮绕枢轴转动的支撑元件 (15) 整体构成。特别地, 支撑件具有可以得到合适的质量分布的形状和尺寸以便平衡滑轮的质量, 使滑轮支撑件的结构重心同光纤正切于滑轮槽的光纤的点相一致。

以上描述的滑轮优选的直径在大约 30mm 到大约 100mm 的之间的范围内, 特别优选等于大约 60mm 的直径。

参考上述的装置 1, 下面将描述根据本发明制造光纤的方法。

为了简化以下的说明, 参考已经是稳定状态的方法的操作步骤, 这样可以不考虑制造过程的起始步骤。

在该方法的第一步中, 硅基预制件 3 的部分 3a 在炉 2 中加热, 以便熔化硅基材料且形成具有直径大约为 $125\mu\text{m}$ 的光纤 100。

其后, 由预制件 3 的被加热的端部 3a 形成的光纤 100 由拉制装置 4 以预定的最好是约 15m/s 范围内的速度拉制。

在以下的步骤中, 光纤 100 在冷却装置 5 中被首先冷却, 然后涂覆合适的保护膜, 包括例如厚度大约为 $62.5\mu\text{m}$ 的丙烯酸树脂, 由此经过涂覆台 6 和 6' 和紫外线加热炉 7 和 7' 以交联所使用的树脂。

根据本发明, 根据预定的变化规律变化的扭矩接着通过扭绞装置 8 的驱动轮装置被施加到这样涂覆的光纤 100 上。

在一优选实施例中, 滑轮 16 绕光纤拉制轴 I-I 由马达装置 17 转动。滑轮 16 的转动速度可以是恒定的或是变化的, 且按照单一方向或分别以顺时针和反时针地交替运动, 在另一实施例中, 滑轮的转

动速度可以以随机的方式改变。

在这一步骤中，光纤 100 缠绕到滑轮 16 上，同时按照基本上等于约 360° 的角度连续地保持同滑轮 16 的底面 27 相接触，这种方式下光纤缠绕在滑轮上大约为一完整的圈。如果理想的话，可以在滑轮上缠绕光纤大于一圈的圈数，即大于 360° 的角度，例如在滑轮上缠绕光纤两圈对应为 720° 的角度。在滑轮上缠绕大于一圈的圈数，通过增加光纤和滑轮的底面的接触面，允许使用由具有相当低的摩擦系数的材料构成，特别是小于 0.4。

在任何一种情况下，缠绕在滑轮上的光纤的角度最好不要超过 720° ，这样光纤不承受不必要的拉制张紧。

光纤 100 还局部地同两侧壁 28a 和 28b 中的一个接触且在对面与进入滑轮 16 并沿同样的方向和等于光纤离开滑轮的速度移动的新光纤 100 的一小部分接触。因此扭矩被施加到光纤 100 上，其能够补偿光纤本身所固有的或在其后的包括这一光纤的电缆制造过程中和/或在缠绕过程中所产生的疵点和不规则，因此大大地减小了 PMD 现象。

在本方法的最后的步骤中，扭绞的光纤 100 离开滑轮 16 越过销 18 的通孔 25，其沿光纤拉制轴 I-I 同轴地延伸并从将光纤移交到接收轮 9 处到达拉制装置 4。

本发明的各种优点参考现有技术从以上描述的报告可清楚地知道。

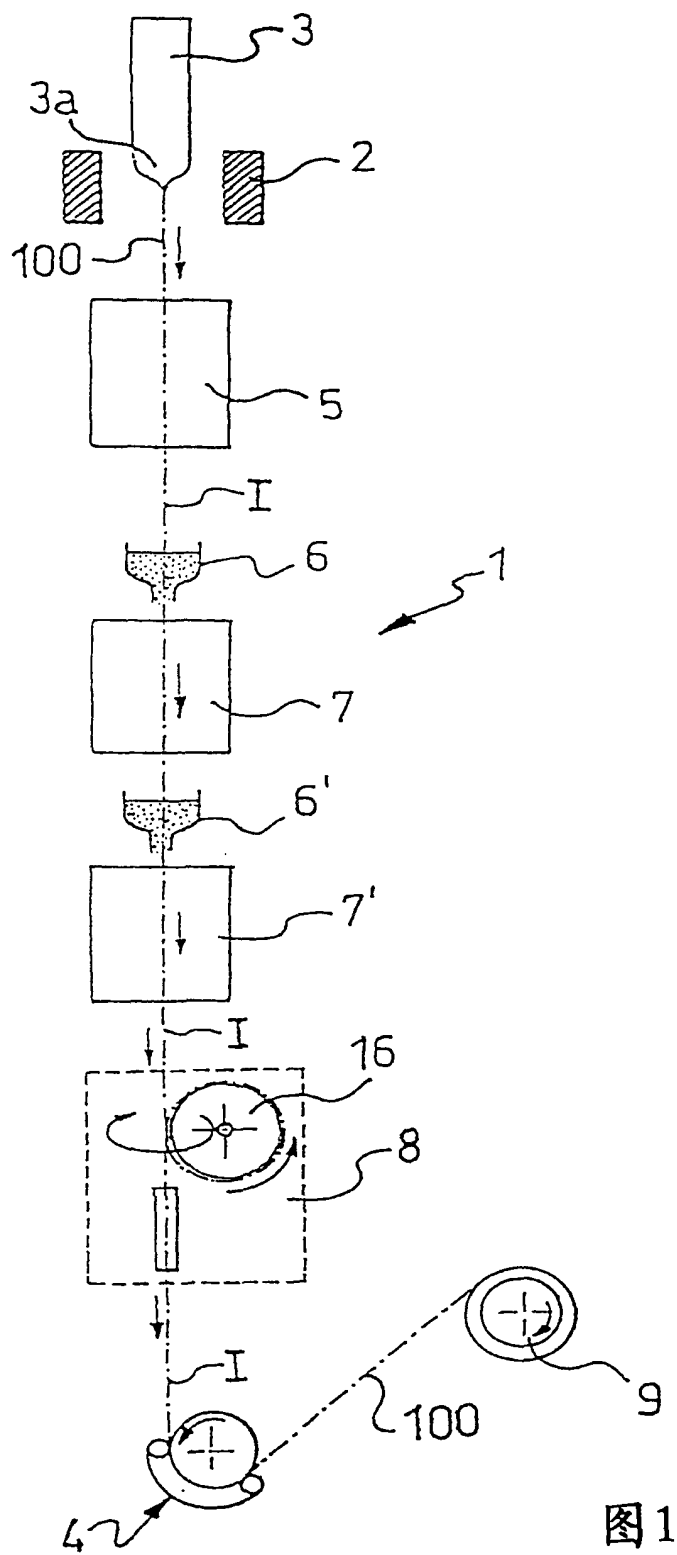
首先，本发明的方法允许值得注意的增加光纤的拉制速度而不会产生滑轮 16 和光纤 100 间的相对滑动的危险，从而增加了单位时间生产光纤的数量。

由于滑轮 16 和驱动组 12 的移动件的惯量的减小，不仅可以给光纤 100 有效地提供所需要的扭矩变化的规律，同时减小损失扭绞效果的危险，而且也使用比现有技术中所使用的马达功率小和成本低的马达 17。

本发明的方法也有利于允许在实际上缺少绕其本身的拉制轴 I-I

的光纤的振荡的情况下给光纤 100 提供理想的扭绞数；允许光纤直径和施加到其上的涂覆层的厚度都具有较高的均匀性。

最后，滑轮 16 的结构特征允许通过合理地选择制成滑轮本身的材料来简化光纤 100 的缠绕和退绕步骤并采用小于现有技术的设备中所使用的拉制力。



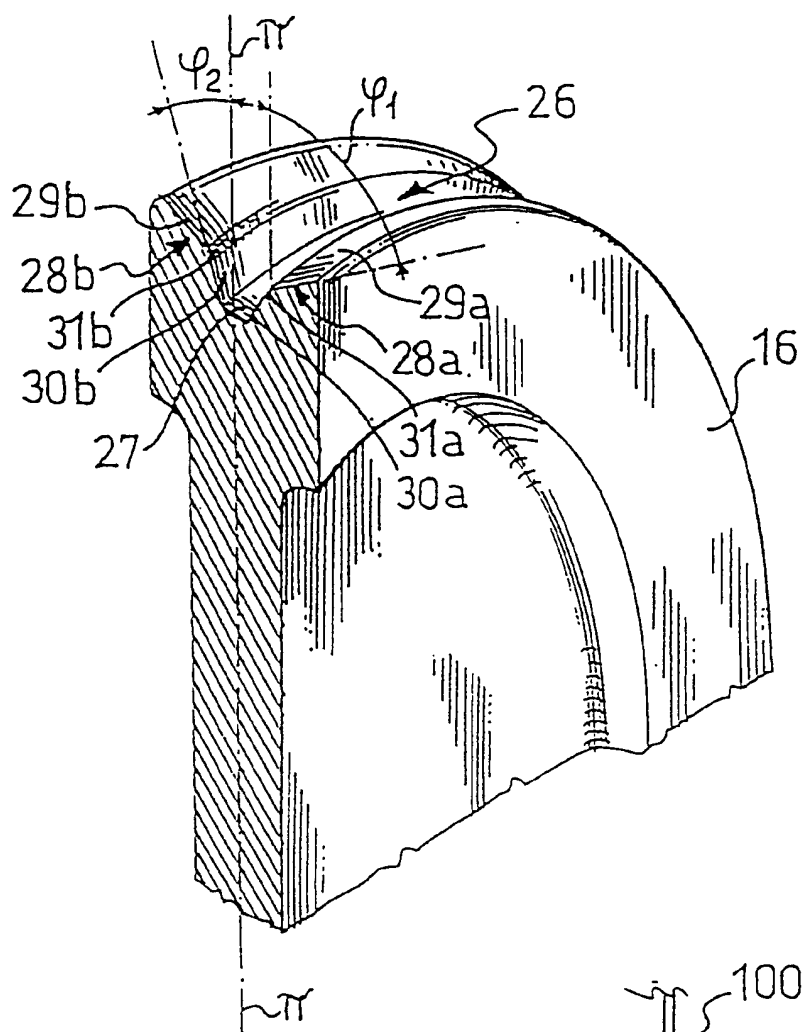


图 4

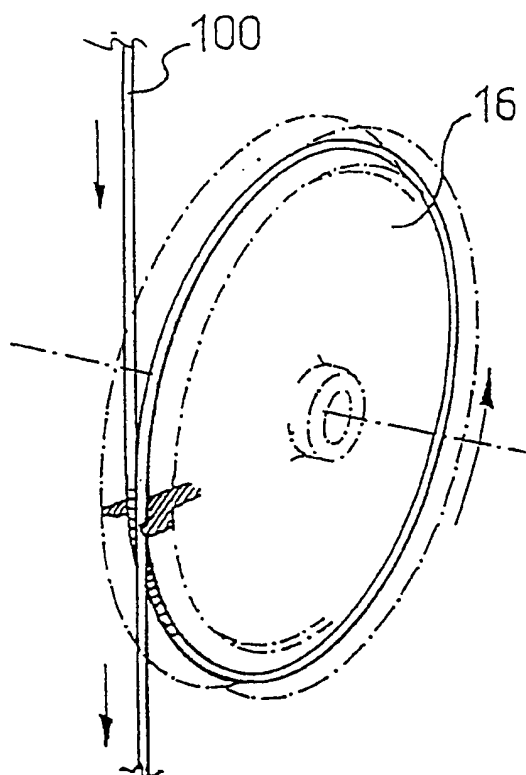


图 3